

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-319200

(P2002-319200A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 11/105	5 4 6	G 1 1 B 11/105	5 4 6 C 5 D 0 7 5
	5 1 1		5 1 1 Z
	5 1 6		5 1 6 K
	5 2 1		5 2 1 E
			5 2 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-120689 (P2001-120689)

(22) 出願日 平成13年4月19日 (2001. 4. 19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 石橋 謙三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外 5 名)

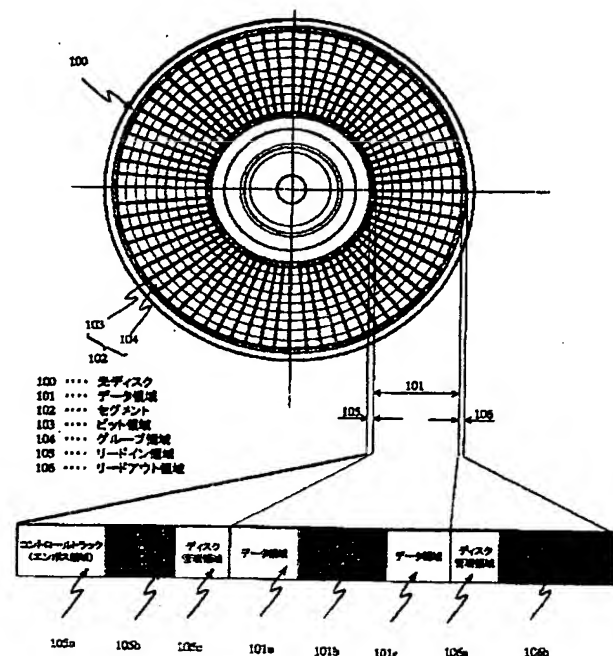
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスクおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】記録密度が高く、短時間で正確なアニール幅のアニールを実施することができる光ディスクおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断したトラックからなり、データ領域101内の特定の領域、前記データ領域101の最内周トラックよりも更に内周側の領域105、ならびに前記データ領域101の最外周トラックよりもさらに外周側の領域106の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域101b, 105b, 106bを設けた光ディスク100とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板上に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層および第2の誘電体層を備え、

データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントを備え、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、前記ビット領域には、サンプルサーボ用の少なくとも一對のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレスビットが存在し、データ領域に設けられたデータの記録再生用トラックはグループで構成され、

トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断したトラックを備え、

前記データ領域内の特定の領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を備えたことを特徴とする光ディスク。

【請求項2】前記磁性層が、少なくとも磁壁移動層、遮断層および記録層の順に形成され、遮断層のキュリー点は、磁壁移動層および記録層から選ばれる少なくとも一つの層のキュリー点よりも低く、再生用光ビームの照射により、遮断層のキュリー点以上の領域では、磁壁移動層に転写された磁壁が高温部に向かって移動させる構成を備えた請求項1に記載の光ディスク。

【請求項3】記録再生に用いる光ビームより、更に小さく絞った光ビームをトラック間に相当するランド上を走査することにより、ランドもしくはランドとその延長線上に位置する磁性膜の磁気異方性を、グループ上に位置する磁性膜の磁気異方性より低下させる請求項1または2に記載の光ディスク。

【請求項4】ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板上に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層および第2の誘電体層を備え、データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントから成り、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、ビット領域には、サンプルサーボ用の少なくとも一對のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレスビットが存在し、データ領域に設けられたデータの記録再生用トラックはグループで構成され、トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断されたトラックからなり、前記データ領域内の特定の

領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を設けた光ディスクの製造方法であって、(1)前記ランド上に前記光ディスクに対して可逆的变化を与えないパワーである再生パワーの光ビームを当ててフォーカス、トラッキングさせ、前記パワーテスト領域のうちの1つを選び、選んだパワーテスト領域内の1個もしくは複数のセグメントを単位アニール領域として、複数の前記単位アニール領域毎に、前記再生パワーの値より大きくかつ値の異なるテスト用のアニールパワーの光ビームを当てる工程と、(2)前記再生パワーによる走査によって、前記工程(1)で作成した複数の単位アニール領域の反射率と、前記テスト用のアニールパワーの光ビームを当てていない単位アニール領域の反射率との差から、アニールに適切な前記所定のアニールパワーを見つけ出す工程と、(3)前記工程(2)で見つけ出した前記所定のアニールパワーで、前記データ領域内のトラックの両側の少なくともランド部を走査してアニールする工程を含むことを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項5】前記工程(1)において、単位アニール領域を連続する複数のセグメントから構成し、テスト用のアニールパワーの光ビームを当てる1個以上のセグメントと、再生パワーの光ビームのみを当てる一個以上のセグメントを交互に配置し、前記工程(2)において、再生パワーで前記単位アニール領域を連続走査することにより、回転方向における反射率バラつきがあっても反射率の微小変化を交流的に検出する手段を有する請求項4に記載の光ディスクの製造方法。

【請求項6】パワーテスト領域を複数個選び、前記工程(1)および(2)をそれぞれ実施して、前記パワーテスト領域ごとに前記最適アニールパワーを求め、複数の前記パワーテスト領域の半径位置と前記最適アニールパワーとの関係からディスク半径位置ごとに適切と考えられる最適アニールパワーを算出しておき、前記工程(3)は、前記アニールすべきランド部の半径位置に応じて、最適アニールパワーを使う請求項4または5に記載の光ディスクの製造方法。

【請求項7】ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板上に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層及び第2の誘電体層を含み、データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントから成り、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、ビット領域には、サンプルサーボ用の少なくとも一對のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレスビットが存在し、データ領域に設けられ

たデータの記録再生用トラックはグループで構成され、トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断されたトラックからなり、前記データ領域内の特定の領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を設けた光ディスクの製造方法であって、

(1) 前記ランド上に前記光ディスクに対して可逆的な変化を与えないパワーである再生パワーの光ビームを当ててフォーカス、トラッキングさせ、前記パワーテスト領域のうちの1つを選び、選んだパワーテスト領域内の1個もしくは複数のセグメントを単位アニール領域として、複数の前記単位アニール領域毎に、前記再生パワーの値より大きくかつ値の異なるテスト用のアニールパワーの光ビームを当てる工程と、(2) 前記再生パワーによる走査によって、前記工程(1)で作成した複数の単位アニール領域の反射率と、前記テスト用のアニールパワーの光ビームを当てていない単位アニール領域の反射率との差から、アニールに適切な前記所定のアニールパワーを見つけ出す工程と、(3) 前記工程(2)で見つけ出した前記所定のアニールパワーの光ビームを照射し、照射パワーとディスクからの反射パワーの比が略一定となるようにアニールパワーを制御しながら、前記データ領域内のトラックの両側の少なくともランド部を走査するアニール工程とを含むことを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項8】前記工程(3)において、前記所定のアニールパワーの光ビームをランド部のほかにビット領域にも当て、前記ビット領域内でビットの影響のないミラー部での反射パワーと、前記所定のアニールパワーの照射パワーとの比を一定とするように前記所定のアニールパワーを制御する手段を有する請求項7に記載の光ディスクの製造方法。

【請求項9】前記工程(3)の前に、アニールパワーの光ビームを当てていない未使用のセグメントもしくはトラックに前記所定のアニールパワーの光ビームを照射して、あらかじめ照射パワーと反射パワーとの比の略最適値を求めておき、前記工程(3)における照射パワーと反射パワーとの比の前記略最適値になるようにアニールパワーを制御する手段を有する請求項7または8に記載の光ディスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報の記録または再生に用いられる光ディスクとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクの分野では、より高密度に情報を記録することが求められている。このような高密度記録を実現する方法として、超解像方式の一種であるDWDD(Domain Wall Displacement Detection)方式(磁壁移動検出方式)の光ディスクが提案されている。

【0003】DWDD方式の光ディスクでは、隣接する記録トラック間で磁氣的な結合を弱める必要がある(磁気異方性の低減)。このため、DWDD方式の光ディスクを製造する場合には、情報信号の記録を行う前に、隣接する記録トラック間の磁氣的な結合を弱める初期化(以下アニール、アニール方法もしくはアニール処理と呼ぶ)を行う。このようなアニールの方法については、従来から報告されている(特開平6-290496号公報及び特開平10-340493号公報参照)。

【0004】従来の光ディスクの構造およびアニールの方法について、一例を図9に示す。図9に示すように、従来の光ディスク1は、基板2と、基板2上に順次積層された第1の誘電体層3、記録層4、第2の誘電体層5および保護コート層6とを備える。基板2の記録層4側の表面には、グループ2aが形成されている。径方向に隣接する2つのグループ2a間は、ランドと呼ばれる部分であり、この部分が記録トラックとなる。グループ2aの幅はたとえば $0.2\mu\text{m}$ であり、ランド部の幅は $1.4\mu\text{m}$ である。記録層4は、DWDD方式で再生を行うために3層以上の磁性体層を備える。

【0005】次に、光ディスク1のアニール方法について説明する。光ディスク1では、グループ2aに沿ってアニール用のレーザ光7(レーザパワー: 10mW 、 $\lambda = 780\text{nm}$ 、対物レンズ8の $\text{NA} = 0.5$ 、光スポットの直径: 約 800nm)を照射することによって、グループ2a上の記録層4の磁氣的結合を消失させる。このアニール工程において、レーザ光7の光スポットの移動速度は、たとえば 2m/sec である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のようなアニール方法では、グループ2a以外の部分にも光スポットが照射されてしまうため、有効な記録トラックが狭くなり、信号レベルが低下するという課題もあった。そのため、記録層4に照射される光スポットを小さくすることが必要となるが、第1の誘電体層3は、記録・再生用のレーザ光の波長にあわせて最適化されているため、アニール用のレーザ光7の光スポットを小さくすることが困難であるという課題があった。つまり、有効なトラック幅を保ちつつ、アニール幅をも確保しようすると、結果としてトラックピッチを小さくすることができず、高密度化が実現できないという課題があった。

【0007】また、同様の理由で、記録層4におけるアニール用のレーザ光7の吸収効率を上げることが困難であったため、速い線速度でアニールを行うことができず、アニールに時間がかかるという課題があった。さら

に、アニールパワーが変動すると、アニール幅がバラつくため、有効なトラック幅がバラつき良好な記録再生特性が得られない課題があった。また、所定幅のアニールが実現できるアニールパワーは、生産する光ディスク毎や、工法によっては光ディスクの半径位置でバラつくため、そのバラつきを考慮したうえでトラックピッチを決めなければならない、高密度化を妨げる要因となっていた。

【0008】本発明は、前記従来の問題を解決するため、記録密度が高く、短時間でアニールすることができるとともに、アニール幅を小さくかつ精度良く実現できる光ディスクおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の光ディスクは、ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層および第2の誘電体層を備え、データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントを備え、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、ビット領域には、サンプルサーボ用の少なくとも一対のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレスビットが存在し、データ領域に設けられたデータの記録再生用トラックはグループで構成され、トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断されたトラックを備え、前記データ領域内の特定の領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を備えたことを特徴とする。

【0010】前記光ディスクでは、光ディスク毎にアニールをテストできるため、製造条件によって光ディスク内の最適アニールパワーがバラついていても、テスト領域で最適なアニールパワーを求めることができる。なお、トラック間のアニールそのものは、磁性層が一般の光磁気材料やMSR (Magnetically induced Super Resolution) やCAD (Center Aperture Detection) 方式など超解像方式の光磁気材料の光ディスクであっても、再生クロストーク低減や信号品質向上で有効な手段である。

【0011】また、前記光ディスクでは、前記磁性層が、少なくとも磁壁移動層、遮断層、記録層の順に形成され、遮断層のキュリー点は、磁壁移動層、記録層いずれのキュリー点よりも低く、再生用光ビームの照射により、遮断層のキュリー点以上の領域では、磁壁移動層に転写された磁壁が高温部に向かって移動させる構成とす

るのが好ましい。この好ましい例の磁性層は従来の例で示したDWDDディスクに相当する。DWDDではトラック間の磁氣的な分離を行うことにより、他の超解像方式の光磁気ディスクに比べて高線密度化と狭トラックピッチ化を同時に達成できる。当然、高密度をねらえばねらうほど、トラック間を磁氣的に分離するアニール幅は細く精度良く加工する必要があるため、パワーテスト領域を使って、最適なアニールパワーが求められるので、高密度化できる。

【0012】また、前記光ディスクでは、記録再生に用いる光ビームより、更に小さく絞った光ビームをトラック間に相当するランド上を走査することにより、ランドもしくはランドとその延長線上に位置する磁性膜の磁気異方性を、グループ上に位置する磁性膜の磁気異方性より低下させることが好ましい。この好ましい例によれば、光ビームが小さくなることでディスク上のパワー密度を向上できるため、局所的にアニールが実現でき、アニール幅を小さくすることができる。また、エネルギー密度を向上すれば、レーザー光などの光源の利用効率が上がり、アニール時のディスク線速を高めることができるのでディスク全体のアニール時間を短縮できる。同時に線速を高める結果放熱効果でより細いアニール幅が期待できる。

【0013】次に本発明の光ディスクの製造方法は、ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層、第2の誘電体層があり、データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントから成り、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、ビット領域には、サンプルサーボ用の少なくとも一対のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレスビットが存在し、データ領域に設けられたデータの記録再生用トラックはグループで構成され、トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断されたトラックからなり、前記データ領域内の特定の領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を設けた光ディスクの製造方法であって、(1) 前記ランド上に前記光ディスクに対して可逆的な変化を与えないパワーである再生パワーの光ビームを当ててフォーカス、トラッキングさせ、前記パワーテスト領域のうちの1つを選び、選んだパワーテスト領域内の1個もしくは複数のセグメントを単位アニール領域として、複数の前記単位アニール領域毎に、前記再生パワーの値より大きくかつ

値の異なるテスト用のアニールパワーの光ビームを当てる工程と、(2)前記再生パワーによる走査によって、前記工程(1)で作成した複数の単位アニール領域の反射率と、前記テスト用のアニールパワーの光ビームを当てていない単位アニール領域の反射率との差から、アニールに適切な前記所定のアニールパワーを見つけ出す工程と、(3)前記工程(2)で見つけ出した前記所定のアニールパワーで、前記データ領域内のトラックの両側の少なくともランド部を走査するアニール工程とを含むことを特徴とする。

【0014】前記光ディスクの製造方法によれば、アニールしようとする光ディスク毎にほぼ最適なアニールパワーをあらかじめ見つけ出せるので、その後のアニールを安定に精度よく実施できる。

【0015】また前記製造方法では、前記工程(1)において、単位アニール領域を連続する複数のセグメントから構成し、テスト用のアニールパワーの光ビームを当てる1個以上のセグメントと、再生パワーの光ビームのみを当てる1個以上のセグメントを交互に配置し、前記工程(2)において、再生パワーで前記単位アニール領域を連続走査することにより、回転方向における反射率バラつきがあっても反射率の微小変化を交流的に検出する手段を有するのが好ましい。この好ましい例では、光ディスクの回転方向で反射率バラつきがあっても、反射率がほぼ均一な局所的な部分のアニールと非アニール領域の反射率差を検出できる。さらに、検出は、一度の走査でしかも、交互にアニール領域、非アニール領域が検出されるので、検出を効率的に行うことができる。

【0016】また前記製造方法では、パワーテスト領域を複数個選び、前記工程(1)および(2)をそれぞれ実施して、前記パワーテスト領域ごとに前記最適アニールパワーを求め、複数の前記パワーテスト領域の半径位置と前記最適アニールパワーとの関係からディスク半径位置ごとに適切と考えられる最適アニールパワーを算出しておき、前記工程(3)は、前記アニールすべきランド部の半径位置に応じて、最適アニールパワーを使うアニール工程であることが好ましい。この好ましい例によれば、半径方向によって最適なアニールパワーが異なる光ディスクであっても、近似的に最適なアニールパワーが決定できるので、その後のアニールをより安定に精度よく実施できる。

【0017】次に本発明別の光ディスクの製造方法は、ビットとグループがエンボス加工された円盤状の基板上に、少なくとも第1の誘電体層、磁性層、第2の誘電体層があり、データの記録再生に用いられるデータ領域が、最内周トラックから最外周トラックに至る複数のトラックで構成され、各トラックは複数のセグメントから成り、各セグメントはビット領域とグループ領域とで構成され、ビット領域には、サンブルサーボ用の少なくとも一対のウォブルビットとトラックアドレス用のアドレ

スビットが存在し、データ領域に設けられたデータの記録再生用トラックはグループで構成され、トラック間に相当するランド上を集光させた光ビームを所定のパワーで走査しアニールして磁性膜の磁気異方性を低下させることによりトラック間を磁氣的に遮断されたトラックからなり、前記データ領域内の特定の領域、前記データ領域の最内周トラックよりも更に内周側の領域、ならびに前記データ領域の最外周トラックよりもさらに外周側の領域の3領域のうち、いずれか一つもしくは前記3領域を組合せた場所に、1トラック以上からなる前記所定のアニールパワーを見いだすためのパワーテスト領域を設けた光ディスクの製造方法であって、(1)前記ランド上に前記光ディスクに対して可逆的な変化を与えないパワーである再生パワーの光ビームを当ててフォーカス、トラッキングさせ、前記パワーテスト領域のうちの1つを選び、選んだパワーテスト領域内の1個もしくは複数のセグメントを単位アニール領域として、複数の前記単位アニール領域毎に、前記再生パワーの値より大きくかつ値の異なるテスト用のアニールパワーの光ビームを当てる工程と、(2)前記再生パワーによる走査によって、前記工程(1)で作成した複数の単位アニール領域の反射率と、前記テスト用のアニールパワーの光ビームを当てていない単位アニール領域の反射率との差から、アニールに適切な前記所定のアニールパワーを見つけ出す工程と、(3)前記工程(2)で見つけ出した前記所定のアニールパワーの光ビームを照射し、照射パワーとディスクからの反射パワーの比が略一定となるようにアニールパワーを制御しながら、前記データ領域内のトラックの両側の少なくともランド部を走査するアニール工程とを含むことを特徴とする。

【0018】前記光ディスクの製造方法によれば、予めパワーテスト領域で見つけ出したほぼ最適なアニールパワーを基準にして、アニール中の戻り光量パワーをリアルタイムに測定しながら、適切なアニール時には、前記戻り光量とアニールパワーとの比が適切なアニールパワー照射時における特定の値になるよう、アニールパワーを制御できるので、光ディスクのどの領域でもほぼ最適なアニールをリアルタイムに実施できる。

【0019】また前記製造方法では、前記工程(3)において、前記所定のアニールパワーの光ビームをランド部のほかにビット領域にも当て、前記ビット領域内でビットの影響のないミラー部での反射パワーと、前記所定のアニールパワーの照射パワーとの比を一定とするように前記所定のアニールパワーを制御する手段を有するのが好ましい。この好ましい例によれば、ランド部から反射されて戻ってくる光量がランドの形状すなわち、ランドの深さ、幅、あるいは斜面の角度などによって、反射光量がバラついていても、ミラー部ではランド形状に関わらず一定で、アニール状態を反映した反射率を得られるので、より安定で精度の高いアニールが実施できる。

【0020】また前記製造方法では、前記工程(3)の前に、アニールパワーの光ビームを当てていない未使用のセグメントもしくはトラックに前記所定のアニールパワーの光ビームを照射して、あらかじめ照射パワーと反射パワーとの比の略最適値を求めておき、前記工程

(3)における照射パワーと反射パワーとの比の前記略最適値になるようにアニールパワーを制御する手段を有するのが好ましい。この好ましい例によれば、ディスクの構造や工法によって、最適アニールパワー時の照射パワーと反射パワーの比が異なっても、アニールしようとするディスク毎に最適な比をあらかじめパワーテスト領域で測定し算出することができ、以降のアニール時に最適な比となるようアニールパワーを制御することができるので、アニール精度をさらに向上することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0022】(実施形態1)実施形態1では、本発明の光ディスクの一例を説明する。

【0023】図1は、実施形態1の光ディスク100の全体図と各トラックの用途を示す図である。図1において、光ディスク100はサンプルサーボ方式の光磁気ディスクであり、101は複数のトラックから成り、ユーザデータを記録再生するためのデータ領域である。各トラックは複数のセグメント102から構成される。セグメント102のトラック当りの数は例えば1280個と、トラックサーボに十分な個数から成る。セグメント102は、サンプルサーボ信号やアドレス信号を記録するためのビット領域103と、データを記録再生するためのグループ領域104から構成される。光ディスクの内周と外周にはそれぞれ、リードイン領域105とリードアウト領域106が配置される。後述するコントロールトラック105aのグループ領域以外は、データ領域101と同じようにセグメント102で構成されている。

【0024】各トラックの構成は図1の下部に示した。すなわち、リードイン領域105は、内周から順に、ディスクの使い方に関する情報などをあらかじめ記録したコントロールトラック105a、アニールパワーをテスト(通常データのパワー学習に相当)するための内周パワーテスト領域105bならびに交替管理情報DMAなどを記録するディスク管理領域105cの3領域から構成される。コントロールトラック105aのセグメント102内のグループ領域104は、グループの一部がブリット(エンボスとも呼ぶ)から構成される。データ領域101は、データ領域101a、アニールパワーをテストするためのデータ域内パワーテスト領域101bならびにデータ領域101cの3領域からなる。リードアウト領域106は、ディスク管理領域106aならび

にアニールパワーをテストするための外周パワーテスト領域106bから構成される。

【0025】図2(a)～図2(b)は、光ディスク100がDWDD再生方式のときの構造を示す図で、データ領域101の一部断面を示した斜視図(図2(a))と断面の拡大図(図2(b))である。図2(a)において、201は光ディスク100の基板であり、ポリカーボネートのインジェクション成形工程などで形成され、厚みは、たとえば0.4mm～1.2mm程度である。202と203はそれぞれ、グループ領域104を構成するグループとランドである。204、205、206および213はそれぞれ、ビット領域103を構成する第1ウオブルビット、第2ウオブルビット、アドレスビットおよびミラー部である。207は第1誘電体層、208は磁性層、209は第2誘電体層で基板上にこの順で成膜され、全体で積層薄膜200を構成する。第1誘電体層207および第2誘電体層209には、たとえばSi₃N₄、AlN、SiO₂、SiO、ZnS、MgF₂およびこれらの複合材料などの透明誘電材料が使用できる。

【0026】210は磁気結合遮断領域であり、光ディスク100のトラック間を分離し、DWDD再生時に隣接トラックからの悪影響を防止するためのものである。磁気結合遮断領域210の形成には、光ディスク100の製造工程で、アニール装置を使う。そのアニール装置の一部である対物レンズを211でレーザービームを絞り込んだ高パワーのアニール用光ビーム(光スポット)212を、ランド203ならびにその延長線上の積層薄膜200に当てて、磁気的な特性を劣化させることで形成される。実際のディスク製造では、光ディスク1枚ごとに、データ領域101を含め通常の記録再生を行うトラックの両側をすべてアニールすることが必要になる。具体的には所定のアニールパワーでアニールすべき領域のランドにトラックをかけながら走査することで、アニールは実現できる。この場合、製造コストを下げるためにはできるだけ走査速度が速く短時間で実現されることが求められる。

【0027】磁気結合遮断領域210の幅は、トラックピッチを狭めて高密度化するために、小さければ小さいほどよい。小さくする必要のある理由の一つは、アニール用光ビーム212のエネルギー密度を上げて局所的に、積層薄膜200を劣化できると共に、同じパワーでも走査速度すなわち線速を高められることができることであり、もう一つの理由は、よりトラックピッチの小さいトラックのランドからブッシュブル信号を検出して、トラックをかけるためである。アニール用光ビーム212の直径をできるだけ小さくするため、ここではたとえばGa_{0.5}Nの半導体レーザー素子や赤色レーザーの波長を半分にするSHG素子などの波長λが400nm程度の短いレーザー光源を用い、対物レンズのNAは通常より大

きく0.65~0.85とすることで、 λ/NA で決まるアニール用光ビームを小さく絞り込んでいる。

【0028】また、短波長や高NAの対物レンズを使った場合、通常の記録再生で行うような基板201越し（図の下方からレーザ光を入射させる）で、積層薄膜200上に光ビームを形成しようとする、通常の光ビームに比べて基板のチルトに対して光ビームの絞り性能が著しく劣化するため好ましい方法とは言えない。逆説的に、基板越しに、安定な光ビームを形成しようとする、レーザ光源の短波長化や、対物レンズの高NA化は、
10 難しい。そこで、ここではアニール処理は積層薄膜200側からレーザ光を入射させている。こうすることで、基板チルトの影響を取り除けるため、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高NA化によって、積層薄膜200上に小さくて良好なアニール用光ビームが形成できる。たとえば、 $\lambda=405\text{nm}$ 、 $NA=0.85$ のアニール用光ビーム212のサイズは、通常記録再生に使う波長 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $NA=0.6$ の光ビームと比較すると、約0.44倍と小さくできる。なお、積層薄膜200面側からディスクを見ると、ランド203は手前に見えるため、通常再生のグループのように見えるので、トラッキング極性には注意が必要である。

【0029】このランド203は、トラック間の熱的な分離効果に加え、主にはアニールを実現するために配置したものである。また、通常の記録再生のために、ランド203とは別に、第1ウオブルビット204と第2ウオブルビット205が設けてある。それぞれのウオブル信号の大きさが同一になるようにサンプルサーボをかけて、再生光ビームがグループ202の中央を走査できるようにしている。ウオブルビットの配置は、記録再生ビームが、アニール用光ビーム212の径の2倍でも、トラッキングがかかるように、奇数、偶数トラックで交互にビットが配置されるよう工夫してある。

【0030】図4に、光ディスク100を積層薄膜200側から見た平面図を示す。212はアニール用光ビームで、紙面から見て手前から積層薄膜200上に照射され、ランド203ならびにその延長線上を走査して、アニールを行うもので、スポット径はトラックピッチより小さい。402は記録再生用光ビームで、紙面から見て奥側から基板201を通過して、積層薄膜200のグループ202ならびにその延長線上を走査してデータを記録再生するもので、スポット径はトラックピッチよりも大きい。

【0031】アドレスビット206は、セグメント102の*i*番目のように、奇数と偶数トラックで共通に配置されている部分（共通アドレスと呼ぶ）と、トラック番号が奇数（ $2m+1$ ）と偶数（ $2m$ ）で独立すなわち偶数トラックか奇数トラックのみにアドレスビット206が配置される（独立アドレスと呼ぶ）ように決めておく。この例では、セグメント102の*i*+1番目は奇数

トラック $2m+1$ だけにアドレスビット102が配置されている場合を示している。アニール時にアドレスを読む時には、アニール用光ビーム212がアドレスビット206は走査線上にはこないが、前記共通アドレスは1/2トラック離れた両サイドのアドレスビット206から読み取れ、独立アドレスは、1/2トラック離れた、奇数または偶数いずれかのトラック上のアドレスビット206から読み取れる。独立アドレス読み取り時は、別の独立アドレスビット206は、1.5トラック離れているので、アニール用光ビーム212が小さいことも含めて、干渉を受けることはない。

【0032】なお、アニール過程においてビット領域からの外乱でプッシュプル信号が乱されトラッキングの安定化を図るときには、もちろん公知のサンプルホールドや低域通過フィルタを使いトラッキングを安定させればよいが、本発明ではビット領域103のアドレスビット206は基本的に1個としており、アドレス読みは各ビット領域103のアドレスビット206の有無を積算して実施できるようにしており、ビット領域103の長さはグループ領域104に比べて短く、サーボ外乱になりにくいレベルの長さに設定している。つまり、記録容量を大きく取るためには、グループ領域104をできるだけ長くするため、ビット領域103の長さは、それに比べて短くなるようにしている。

【0033】以上でアニール用光ビーム212について説明したが、実際にアニールを実施する時のアニールパワーについて以下に説明する。光ディスク100をできるだけ高密度にすることは、実用上重要な項目であり、それを実現するためには、記録再生に寄与しないアニール幅を極小にして、一定の幅を持たせるべき記録再生幅とアニール幅で決まるトラックピッチをできるだけ詰めたい。そのためにはアニールパワーはできるだけ小さくしたい。しかし、一方で、アニールパワーを小さくしすぎると、本来の目的である、磁気結合遮断が不完全になってしまう。したがって、アニールパワーはできるだけ大きくしたい。つまり、前記条件を両立させるためには、大きくもなく小さくもない、適性なパワーでアニールを実施する必要がある。また、記録層のアニール特性は光ディスクの工法上、ディスク毎のバラつき、半径方向のバラつき、周方向のバラつきに対してもアニールパワーの適性値が変動する可能性もあり、変動しても最適なパワーでアニールできることが必要となる。

【0034】そのためには、従来から行われてきたパワー学習を行うことが好ましい。従来のパワー学習方式としては、適性値と考えられる適性パワーに対して、その前後のパワーであらかじめ試し書きを行い、その後記録済みのトラックを再生して、所定の特性を測定することが一般的であった。しかし、ここでのアニールパワーは、適性値を越えてしまうと、アニール幅が大きくなりすぎて、その後に記録再生トラックとして使えない状況

が発生する。つまり、破壊的なテストになってしまう。通常のデータ領域で、適性パワーを越えるような試し書きは大きな問題がある。

【0035】一つの解決方法として、小さいパワーでアニールした後すぐにそこを再生して、順次パワーを上げて反射率が変化した点から、最適パワーを探す方法が考えられる。この方法は、所要時間がかかる欠点はあるものの、非破壊的なテストなので実用的な手段といえる。しかし、もっと効率を上げるためには、破壊的なテストをせざるを得ない。そこで、この発明では、アニールが積層薄膜200側から実施されることと、光ディスクが光磁気ディスクであることから、特にデータ領域101とは別に、内周パワーテスト領域105bと外周パワーテスト領域106bを配置した。

【0036】この領域は、複屈折が大きく、通常の記録再生では光磁気の記録再生特性上好ましくない領域である。アニール処理は、基板201を介していないため、チルトに対する悪影響が少なく、複屈折の影響も実質的にはないので、この領域はアニールのテストには十分使える。これがパワーテスト領域配置の考案ポイントである。特に外周領域は、一般の光ディスクでは1mm～3mm程度の領域を記録再生領域に使えないようにしているため、そこをアニールのパワーテスト用に数百本と多くのトラックを割り当てることが十分可能である。記録容量を究極まで高めるため、内周やデータ領域のテスト領域を省略して、容量を低減させることのない外周をパワーテスト領域とすることができる。

【0037】別に設けたデータ領域101内のデータ域内パワーテスト領域101bは、好ましくは前記した非破壊テストを施すために設けてある。そのため、外周パワーテスト領域で、あらかじめ適正なアニールパワーを求めておき、それを若干下回るパワーで前述の非破壊テストを行ってテスト時間を短縮できる。なお、このデータ域内パワーテスト領域101bは1つの領域としているが、データ領域101内に複数の領域を割り当ててもよく、若干の記録容量低下はあるものの、一部分を破壊テスト領域に決めて、ユーザ領域から除外することも可能である。また、一般の光ディスクの内周や外周に設置されているディスク用テスト領域やドライブ用テスト領域などは図示していないが、それらの領域は内周パワーテスト領域105bと外周パワーテスト領域106bの一部もしくは、ディスク管理領域105a、106bの一部を割り当てればよい。この場合、前記ディスク用テスト領域やドライブ用テスト領域には、通常の記録再生特性が求められるため、ドライブ用とディスク用それぞれのテストに供与されるトラックの両側は、適性なアニールパワーでアニールされていることが必要になる。したがって、内周パワーテスト領域105bと外周パワーテスト領域106bにディスクテスト領域やドライブテスト領域を設定するときには、できるだけデータ領域側

のトラックで複屈折の影響のないところを割り当てる。

【0038】次に図2(b)を使い、磁性層208の構成を説明し、図3(a)～(d)を使ってDWD動作を説明しアニールとの関係を明らかにする。図2(b)において、21、22、23はそれぞれ、磁壁移動層、遮断層および記録層であり、この順に第1誘電体層207の上に形成されて、磁性層208を構成する。

【0039】第2誘電体層209の厚さは、第2誘電体層209側からアニール用のレーザ光を照射したときに、その反射率が低く、光が効率よく吸収されるように設定される。具体的には、第2誘電体層209の厚さは、 $\lambda / (4 \times n)$ の前後が好ましく、 $\lambda / (12 \times n)$ 以上 $\lambda / (2 \times n)$ 以下(好ましくは、 $\lambda / (6 \times n)$ 以上 $\lambda / (2 \times n)$ 以下)である。

【0040】磁性層208は、DWD方式で再生が可能のように3層以上の磁性体層を含む。磁性層208は、第2誘電体層209側から入射された波長 λ の光を用いてアニールされた層である。磁性層208の一例として、磁性層208が、基板201側から順に積層された磁壁移動層21、遮断層22および記録層23を含む場合には、各層の材料として、以下のものを用いることができる。磁壁移動層21の材料には、小さな磁壁抗磁力を有し、遮断層22のキュリー温度近傍の温度範囲で飽和磁化が小さな材料で、そのキュリー温度が記録層23よりも低く遮断層22よりも高い材料を用いることができる。たとえば、GdCoやGdFeCo、またはその合金でキュリー温度が20℃～260℃程度のものを用いることができる。

【0041】遮断層22の材料としては、キュリー温度が磁壁移動層21や記録層23よりも低いものであり、そのキュリー温度直下まで大きな磁壁抗磁力を有する材料を用いることが好ましい。たとえば、DyFeやTbFe、またはその合金を用いることができ、その典型的なキュリー温度として140℃～180℃のものを用いることができる。

【0042】記録層23は大きな磁壁抗磁力を有し、磁壁移動層21や遮断層22よりも高いキュリー温度を有し、遮断層22のキュリー温度近傍の温度範囲で飽和磁化が小さな材料を用いることができる。たとえば、TbFeCo、またはその合金で、キュリー温度が280℃～300℃のものを用いることができる。

【0043】以下では、磁性層208が、基板201側から順に積層された磁壁移動層21、遮断層22および記録層23を含む光ディスクについて、図3(a)～(d)を用いてその機能を説明する。

【0044】図3(a)に、再生用レーザ光が照射されていないときの磁性層208の状態を模式的に示す。情報信号は、記録層23に磁化情報として記録される。再生用レーザ光が照射されていない状態では、磁壁移動層21、遮断層22および記録層23が交換結合している

ため、記録層 23 の磁化情報が遮断層 22 および磁壁移動層 21 に転写されている。

【0045】再生用レーザ光を照射したときの磁性層 208 の状態を、図 3 (b) に模式的に示す。再生用レーザ光は、光ディスクに対して黒矢印の方向に相対的に移動する。再生用レーザ光が照射されて各層の温度が上昇すると、遮断層 22 の一部に、温度がキュリー温度以上となる部分 22p (図中の斜線で表す) が生じる。部分 22p では、磁壁移動層 21 と記録層 23 との交換結合が遮断される。このとき、温度に依存する磁壁エネルギー密度の勾配によって、磁壁移動層 21 の磁壁が移動する。このため、部分 22p に隣接する磁壁移動層 21 には、拡大された磁区 21a が存在する。そして、部分 22p の前方 (基板 201 に対する再生用レーザ光の相対的な移動方向を前方とする。図 3 (b) の矢印の方向である。) に位置する磁区 22a を介して、記録層 23 の磁区 23a の情報が拡大された磁区 21a に転写されている。

【0046】図 3 (b) の状態から再生用レーザ光が前方 (図の右方向) に移動すると、図 3 (c) に示すように、磁区 22a の温度が上昇して部分 22p となる。このとき、部分 22p の前方に位置する磁区 22b に隣接する磁区 21b の左側の磁壁が左方向に移動する (図 3 (c) の小さい黒矢印)。そして、図 3 (d) に示すように、拡大された磁区 21b が形成される。そして、拡大された磁区 21b には、遮断層 22 を介して磁区 23b の情報が転写されている。

【0047】このように、DWDD 方式では、記録層 23 に記録された情報が拡大されて磁壁移動層 21 に転写される。したがって、DWDD 方式では、再生用レーザ光のスポット径よりも小さい磁区の情報を再生することが可能な超解像といわれる方式の一種である。DWDD 方式では、隣接トラック間の磁気結合が磁壁の移動に著しい障害を与えるので、それを防止するためアニールによる磁気結合遮断領域 210 によってこの影響を遮断している。つまり、アニールによって、光ディスク 100 は、DWDD 方式の持っている高線密度特性を引き出すことができるので、スポット径の再生分解能を上回る、高密度記録が可能になる。なお、このような微少な磁区への記録は、光パルス磁界変調記録などによって行うことができる。

【0048】以上のように、実施形態 1 の光ディスク 100 によれば、パワーテスト領域を使って適性なアニールパワーをあらかじめ見つけ出し、そのパワーで短時間でアニールすることができるので、高記録密度で記録再生信頼性の高い光ディスクが得られる。

【0049】なお、本発明の光ディスクは、DWDD 方式の光ディスクとしたが、光磁気ディスクは基本的に、トラック間をアニールで磁氣的に遮断することによつて、クロストークやオーバーライト特性など信号の記録

再生特性が改善されることが知られており、アニールのパワーテスト領域の設置はどの光磁気ディスクでも有効である。また、パワーテスト領域は、複数の領域としたが、必要に応じて一箇所でもよく、組合せた配置でもよい。DWDD 特性でゴーストが問題になるときは、積層薄膜 200 内の記録層 23 と遮断層 22 との間に制御層を設けてもいい。積層薄膜 200 上には、磁性層 208 の感度を調節するための熱伝導調整層をさらに備えてもよい。熱伝導調整層には、金属膜を用いることができ、たとえば、アルミニウムや金からなる膜を用いることができる。熱伝導調整層の厚さは、一般的には、50nm ~ 500nm 程度である。

【0050】また、積層薄膜 200 を形成した後は、誘電体層 209 もしくは、前記熱伝導調整層の上に保護コート層、さらには磁気ヘッドの摺動特性を改善するために潤滑剤を塗布した潤滑層を設けてもいい。保護コート層は、基板 201 と同様の材料を用いて形成できるが、たとえば、紫外線硬化性樹脂を塗布して硬化させて形成してもよいし、第 2 誘電体層 209 上に基板を貼り合わせてもよい。また保護コート層は、潤滑層の摺動特性改善機能を持たせた層であってもよい。

【0051】また、本発明の光ディスクにおけるアニール処理は、第 2 誘電体層 209 上から実施したが、前記熱伝導調整層、保護コート層、潤滑層を積層してから実施してもよい。ただし、熱伝導調整層を挿入するときは、光ビームが反射されて実効的なアニールパワーが低下しないように、光を吸収するよう十分薄くすることが望ましい。また、さらに積層した層の厚み (特にスピコート等で実施する保護コート層の厚み) は所定のバラつきに抑えるとともに、アニール装置の対物レンズに球面収差の補正を施すことが好ましい。

【0052】また、本発明の光ディスクにおけるアニールは、セグメント全体つまりグループ領域 104 とビット領域 103 を両方アニールしているが、データの記録再生に寄与するグループ領域 103 のみをアニールしてもよく、グループ領域すべてと、ビット領域の一部のみがアニールされていてもよい。

【0053】また、本発明の光ディスクにおけるアニールのパワーテスト領域は、データの録再に寄与しないビット領域 103 を使ってもよい。ただし、ここで、アニールパワーの学習により、第 1 ウオブルビット 204 と第 2 ウオブルビット 205 の中心の反射率が変化するので、サンプルサーボのバランスが崩れないようにパワーテスト領域を選ぶ必要がある。

【0054】また、本発明はセグメント内のグループ領域にはグループがあるものを説明したが、ここはランド部、平板部、もしくはランド・グループ部のどの形態の領域であってもよい。平板部やランド・グループ時には、アニール時のトラッキングのために、ビット部にそれようなビット部を設けてもよいし、アニール用光ビー

ムとは別に設けたガイド用光ビームによって、通常再生に使うビット領域を使ってトラッキングをかけてもよい。

【0055】また、本発明ではサンプラサーボフォーマットについて説明したが、アニールのパワーテスト領域の設置は、このフォーマットに限定されるものではなく、連続溝フォーマットなど、アニールもしくはそれに相当するような処理が必要な光ディスクのフォーマットにも容易に適用できるものである。

【0056】（実施形態2）実施形態2では、本発明の光ディスクの製造方法について一例を説明する。実施形態2の製造方法は、基板側から入射される光を用いてD W D方式によって情報信号の再生を行う光ディスクの製造方法である。なお、以下では、実施形態1で説明した光ディスク100を製造する場合について説明する。また、前記実施形態で説明した部分と同様の部分については、同一の符号を付して重複する説明を省略する（以下の実施形態において同様である）。

【0057】実施形態2の製造方法では、まず、基板201上に、第1誘電体層207と磁性層208と第2誘電体層209とを、この順序で形成する（以下この工程を成膜工程とよぶこともある）。これらの各層は、たとえばマグネトロンスパッタ装置によるスパッタリング法、蒸着法などによって連続的に形成できる。特に、磁性層208を構成する複数の磁性体層は、真空を破ることなく連続成膜することによって磁気的な交換結合を維持させることができる。基板201から第2誘電体層209までの間に、前記層以外の層を形成してもよい。

【0058】前記成膜工程の後、磁性層208に対して、第2誘電体層209側から波長λのアニール用レーザを照射することによって、磁性層208の一部の磁気的な結合を弱めるアニールを行う。このアニール工程については、後述する。

【0059】なお、前記成膜工程とアニール工程との間に、第2誘電体層209上に保護コート層を形成する工程を含んでもよい。また、保護コート層は、アニール工程の後に行ってもよい。また、アニール工程の後、第2誘電体層209上に、実施形態1で説明した熱伝導調整層を形成する工程をさらに含んでもよい。熱伝導調整層は、スパッタリング法や蒸着法によって形成できる。この場合には、熱伝導調整層を形成したのちに、保護コート層を形成する。

【0060】以下に、光ディスク100のアニール工程について、一例を説明する。なお、以下では、屈折率が1.58であるポリカーボネートからなる基板201と、 Si_3N_4 からなる第1誘電体層207（厚さ70nm）と、 Si_3N_4 からなる第2誘電体層209（厚さ130nm）とを用いた光ディスク100のアニールについて説明する。同様に、以下では、磁性層208が、図2に示すように、基板201側から順に積層された磁壁

移動層21、遮断層22、および記録層23とを含む光ディスク100のアニールについて説明する。ここで、磁壁移動層21はGdCo層（厚さ30nm）であり、遮断層22はDyFe層（厚さ10nm）であり、記録層23はTbFeCo層（厚さ40nm）である。

【0061】図5は、実施形態2の光ディスクの製造方法におけるアニール装置の一例であり、アニール装置の主要構成部を示す。前記アニール装置は、通常の光ディスク装置とほぼ共通の構成要素から成り、ディスクモータ制御、フォーカス制御、トラッキング制御、アドレス読み取り部、シーク制御等の機能を持つが、これらの既存技術からなる部分の図示と動作説明は省略している。以下では、本発明の要点であるアニール工程におけるパワーテストを中心に説明を行う。

【0062】アニール対象の光ディスク100は、図5においては、グループ領域104を走査しているときのトラックに垂直な断面図として示してある。アニール用ビーム212はアニール用光ヘッド500からランド203の中心にフォーカス、トラッキング制御されて光ディスク100に照射される。トラッキング誤差信号検出は、通常のプッシュプル方式を使う。前記したように、ランド203は積層薄膜200側から見るとグループの極性に見える。

【0063】501は $\lambda = 405\text{nm}$ のGa Nの半導体レーザ、502は半導体レーザ501の出射光の一部を照射パワーとして測定する照射パワー検出器、503はビームスプリッタ、504は0.85と高NAの対物レンズである。半導体レーザ501から出射されたレーザ光はビームスプリッタ503、対物レンズ504を通過して、光ディスク100のランド203に集光されアニール用光ビーム212を形成する。アニール用光ビーム212は、光ディスク100の積層薄膜200に吸収され熱に変化するとともに、反射されてアニール用光ディスク500に反射光として戻ってくる。対物レンズ504とビームスプリッタ503の間に不図示のλ/4板を配置し、前記反射光はビームスプリッタ503で光路を変更し反射パワー検出器505に導く。半導体レーザ501の出射パワーは、照射パワー検出器502と反射パワー検出器505の検出結果に基づいて、506のアニールパワー制御部で制御する。

【0064】アニール処理は、まず光ディスク100を不図示のディスクモータで回転させ、半導体レーザ501をアニールパワーより低い再生パワーレベルで発光させ、フォーカス、トラッキングをかけて、アドレスを読んで、アニール用光ビーム212を、まず外周パワーテスト領域106bに導き、そこで後述するアニールパワーのテストを実施し、適切な第1のアニールパワー見つけた。同様に、アニール用光ビーム212をデータ域内パワーテスト領域101bと内周パワーテスト領域105bにそれぞれ導き、後述のアニールパワーのテスト

を行い、それぞれ第2のアニールパワーと第3のアニールパワーを見つけ出す。

【0065】以上で見つけ出した第1、第2ならびに第3のアニールパワーから、アニールしようとするトラックのアニールパワーの最適値を、補間処理で予測して決める。その上で、アニール用光ビーム212をスタートすべき内周トラックに導き、半導体レーザ501の出射パワーを再生パワーから、そのトラックに最適なアニールに必要な高パワーにして、アニールを開始する。光ディスクはスパイラル上になっているので、ジャンピング
10 をしないでトラッキングしながらアニールを続ける。アニールしている半径に応じて、前記で求めた最適なアニールパワーに設定を順次変更しながらアニールを続け、アニールをストップすべき外周トラックに至るまでアニールを続け、半導体レーザ501のパワーを再生パワーに戻して、アニール処理は終了する。トラッキング、フォーカスをオフし、半導体レーザ501の発光を止め、ディスクモータを停止して、ディスクをアニール装置から取り外してアニールは完了する。

【0066】アニール工程に要する時間は、全トラックを走査する必要があるため、光ディスクの直径、トラックピッチ、回転数によるが、数分から1時間近くかかり、時間短縮は実用上重要になる。したがって、高パワーで小さい光ビームを形成し、高線速でアニールすることが求められる。本アニール装置は短波長レーザで高NAの対物レンズによってアニール用光ビーム212が小さく絞られるので、アニールには好適である。また、線速を速くすることで、アニールパワーが変動してもアニール幅が変動しにくくなる効果も折り込める。

【0067】図6(a)は、アニールパワーとアニール後の反射率の関係を模式的に示したものである。アニールパワーが不十分なうちは、磁性層208の特性は変化しないので、アニールパワー照射後の反射率変化はない。しかし、アニールパワーを順次上げていくと、積層薄膜200の熱吸収によって、磁性層208がランド203の中心からアニールされ始める。アニールされたところは、反射率が低下する。したがって、アニールパワーをより増大するとアニール幅が増えるので反射率はより低下する。さらにアニールパワーを増大すると、アニール幅は増えるがその増え方はパワー強度分布の関係から低下し飽和気味になる。

【0068】当然、それ以上のアニールパワーを投入すると、積層薄膜200や基板101が熱的に破壊するが、ここではそこまでは図示していない。アニールの最適パワー範囲は図の2直線で挟まれた範囲となり、テスト用アニールパワーの照射後に反射率を測定することで、最適アニールパワーを見つけ出せることが分かる。なお、アニールパワーの最適値は、異なるアニールパワーでアニールしたトラックにデータを記録再生して、たとえばビットエラーレートが所定の範囲以下になるアニ
50

ールパワーを、ここでは最適アニールパワーと呼んでいる。また、アニール幅が安定するためには、アニールパワーを照射するランド203の光吸収が一定で、結果ランド203の最高到達温度を一定にすることが求められるので、ランド203の形状はできるだけ安定化されるのが好ましい。最適なアニールパワーの具体例としては、 $\lambda = 405 \text{ nm}$ 、NA0.85、線速3m/sで3.1mWを中心とした値が得られている。もちろん、このパワーは、ディスク構成、線速、溝構造などで変化する。

【0069】また、反射率の変化は光ディスクの積層薄膜200の設計により、アニール時は上昇することもある。また、アニールパワーを精度よく見つけ出すため、光ディスク100の積層薄膜200の設計は、アニール後の反射率変化が大きくなるように設計するのが好ましい。

【0070】以下では、アニールパワーのテスト方法の具体的な実施例を説明する。アニール装置は、最適なアニールパワーを見つけ出すため、外周パワーテスト領域106b、データ域内パワーテスト領域101bもしくは内周パワーテスト領域105bのうち1つを選び、アニール用光ビーム212を、アニールしていないトラックのランド203上に導き、アニールパワー制御部506によってアニールパワーのテストを行う。アニール装置は、選択したパワーテスト領域の非アニールトラックの中から、1個もしくは複数のセグメントを単位アニール領域とし、単位アニール領域ごとにアニールパワーを変えながら、アニールのテストを実施する。

【0071】図7(a)に、この動作を解説する。P0は再生パワー、P1～P6はアニールテスト用のパワーであり前記単位アニール毎にDC的に一定としている。アニールパワーをP1から順に上げてP6までアニールにした後は、照射パワーを再生パワーP0に戻す。アニールパワー照射後、アニール装置はアニールのテストを施した単位アニール領域毎の反射率を、反射パワー検出器505で測定する。図7(a)下の図にその結果を示す。アニールの適性パワー範囲は、それぞれの反射率の測定の結果から、補間によって求めることができる。ここでは、パワーP3とP4の間付近に適性パワー範囲の中心値があるものと考えられる。以上で見つけ出した適性なアニールパワーで光ディスク100をアニールすることで、高密度で信頼性の高い光ディスクが得られる。

【0072】なお、反射率はセグメント102内の位置によって違う値が測定される。全体を平均して測定するのが簡単であるが、アニールに必要なグループ領域104の反射率を抜き出して使うのが好ましい。しかし、グループ領域104の反射率が、光ディスク100のカッティングや成形、成膜などの影響によって安定に測定できないことも想定される。すなわち、ランド203の高さ(深さ)、幅、ゆらぎ、面精度、斜面の角度などのバ

ラつきで、アニール時の吸収や観測される反射率が著しくバラつくことが観測される場合には、ビット領域103中のミラー部213の反射率を抜き出して測定するのが好ましい。この傾向は、アニールテスト後の反射率のバラつきで判別することができる。

【0073】また、光ディスク100の周方向でアニールパワーのバラつきが大きいときは、前記単位アニール領域を1トラック以上にして、反射率を平均して測定する。さらに反射率のバラつきが大きいときは、周方向毎に適性パワーを見出し、これを周方向に対応したメモリーに蓄えておき、アニール実施時に、このいわば1次元のメモリーに基づいたアニールパワーを使う機能を入れてもよい。同じことは、前述したように半径方向に関して求めた、3つ（データ域内パワーテスト領域101bが複数あるときはそれ以上の適性パワー値）の適性パワーから補間した値に適用し、ディスク面内での最適なアニールパワーを2次元のメモリーに入れてアニールパワーを正確に照射することが可能となる。

【0074】また、パワーテスト領域のトラックは、アニールのテストをやり直ししない限りアニールされていることはないが、やり直しをする時はアニール装置側で、アニールの有無を記憶しておく必要がある。またディスクにディフェクト等があり、アニールのテストのデータが信頼できない場合、たとえば、アニールパワーに応じて、下がるはずの反射率が下がっていない場合ときは、パワーテストを再度実施してより正確なアニールパワーを求める機能を付けてもよい。

【0075】また、光ディスク100の回転は、CAV、CLVもしくはMCLVのいずれでもよく、サーボフォーマットについては、サンブルサーボフォーマットに限定されるものではなく、連続溝フォーマットにも容易に適用できるものである。

【0076】また、第2誘電体層209の材料として、屈折率が2.0のSi₃N₄を用いる例を示したが、第2誘電体層209の材料として、屈折率が2.6のZnSeや屈折率が2.2のZnSを用いてもよい（他の実施形態においても同様である）。この場合には、比較的薄い第2誘電体層209でもアニール用のレーザ光を効率よく利用できるため、第2誘電体層209の成膜時間を短縮できるという利点がある。

【0077】（実施形態3）実施形態3では、本発明の光ディスクの製造方法について実施形態2におけるアニールパワーテスト時のパワーの照射方法が異なる一例を説明する。実施形態2と異なるのは、アニールテスト時のパワーの照射方法が、実施形態2ではDC的であったものが、本実施形態3では、AC的であることである。「なお書き」を含め他の内容は、実施形態2とほぼ同じなので、その説明は省略する。

【0078】図7（b）は、パワーテスト時のアニールパワーを、前記単位アニール内で、アニールパワーと再

生パワーとの間で変化させている様子を示す。好ましくは、前記単位アニール領域は複数のセグメントから構成しておき、セグメント毎にアニールパワーと再生パワーとの間で変化させる。アニールパワーの照射は、図示したように、交流（AC）的に変化させる。

【0079】テスト用のアニールパワーの光ビームを照射した後は、本実施形態2と同じように、アニールした場所を再生パワーで走査し、その反射率を反射パワー検出器505で測定する。図7（7b）では、アニールパワーP3でアニールした領域の反射率がアニールした所とそうでない所で、セグメント毎に変化し始める。つまり、P3でアニールパワーが有効になり、ランド203がアニールされ始めたわけである。

【0080】前記のようにアニールをセグメント毎にAC的に実施すると、周方向に緩やかな反射率ムラがあっても、セグメントレベルの微細な領域でアニール有無の反射率変化を見ているので、前記反射率ムラに影響されることなく、アニールの開始点が正確に見つけられる。アニールパワーの開始点を正確な測定をする上で、有効な方法といえる。また、AC的な検出であれば、反射率の輪郭を積分するなど、精度の高い反射率変化の測定が可能であるので、最適アニールパワーをより高精度に求めることができる。以上で見つけ出した適性な最適アニールパワーで光ディスク100をアニールすることで、高密度で信頼性の高い光ディスクが得られる。

【0081】なお、本実施形態では、アニールするテスト単位をセグメントとしているが、この単位はセグメントをさらに細かく分解した領域、もしくはその集合であってもよい。また、アニール光ビームを当てる領域と再生光ビームを当てる領域の比率は1対1でなくてもよい。

【0082】（実施形態4）実施形態4では、本発明の光ディスクの製造方法について実施形態2および3で求めた最適アニールパワーを基にして、場所毎に最適アニールパワーが異なる場合でも、リアルタイムに最適なアニールパワーを見つけて出してアニールパワーを制御し、場所毎の最適なアニールを実現する方法の一例を説明する。

【0083】以下では、パワーテスト領域で最適アニールパワーを求める方法は、前述の実施形態2または3と同じなので、その説明は省略する。

【0084】本実施形態4の光ディスクの製造方法は、図6（b）に模式的に示したアニール中の照射パワーと反射パワーの関係を利用する。アニールパワーが低いときはアニールされる前の照射パワーと反射パワーの比は常に一定であるが、アニールパワーが増加して、アニールが始まると吸収率が変化して反射パワー量が低下し、照射パワーと反射パワーの比は低下する。さらにアニールパワーを増やすと吸収量が大きくなり、照射パワーと反射パワーの比はより低下する。アニールパワーが一定

レベルを超えると、照射パワーと反射パワーの比は鈍化してはば一定になる。アニールの最適パワー範囲は図6(a)における2直線で挟まれた範囲となる。本実施形態4では、この性質を利用して、アニール中の照射パワーと反射パワーの比が最適な値になるように、アニールパワーを制御してアニールを実施する。その動作を図8で説明する。

【0085】図8において、上段の図はセグメント102の拡大図で、上から3本目のランド203をアニールしている途中の図であり上から2本のランド203とアニール用光ビーム403の左側のハッチングされている領域は既にアニールされている所である。アニール過程では、反射パワー検出器505で検出される反射パワーは、図8下段の図の801に示すような実測値となる。アニールパワー制御部506は、実測値801と照射パワー検出器502で検出される照射パワーとを比較して、その比をアニールパワーが最適な値になるようにアニールパワーを制御する。反射パワーの実測値801は、ビット領域103を通過する時には、図のように変動するので、変動の少ないグループ領域104（ただし、反射パワーを測定するのはランド203の部分）の値を使うのが好ましい。

【0086】以上のように本実施形態では、リアルタイムに場所毎に最適なアニールパワーを算出してアニールが実施できるので、理想的なアニール処理を施した光ディスクの製造方法を提供することができる。

【0087】なお、ランド103の高さ（深さ）、幅、ゆらぎ、面精度、斜面の角度などのバラつきで、反射パワーがバラつくような場合は、マスタリング時の影響がほとんどないミラー部213の反射パワーを、サンプルホールド信号802で抜き取り、803に示すサンプルホールド値を使ってより高精度にアニールパワーを制御することができる。

【0088】以上、本発明の実施形態について例を挙げて説明したが、本発明は前記実施形態に限定されず、本発明の技術的思想に基づき他の実施形態に適用することができる。また、実施形態において、磁界印加や温度制御を組合せて、アニールの安定度を高める場合にも、アニールパワーのテスト方法は有効である。

【0089】なお、本発明の実施形態の説明で、アニールパワーに関して「最適」という形容をしてきたが、この「最適」は一つの特定期値に限定されるものではなく、ある範囲をもった「適正」な値のことを指す。

【0090】

【発明の効果】以上のように、本発明の光ディスクおよびその製造方法では、サンプルサーボ方式トラッキングで、グループ記録するDWD再生方式の光磁気ディスクにおいて、容量低減に影響しない領域にパワーテスト領域を備え、そこであらかじめアニールパワーの適性値を正確にテストして算出できるので、光ディスクの製造

時のアニール工程でのアニール幅を正確にしかも微細に実施できる。しかもアニール装置（方法）には、高NAの対物レンズと短波長高出力レーザ光源によって形成した記録再生ビームより微細に絞ったエネルギー密度の高いアニール用ビームを、複屈折やチルトの影響を受けない積層薄膜面から照射することによって、アニールの走査速度を高速にできるので、短時間で安価に、高記録密度でデータの記録再生の信頼性が高い光ディスクが得られる。また、光ディスクのロット間や周方向、径方向でのアニール適性パワーのバラつきがあっても、複数のパワーテスト領域での反射率テストにより、アニールすべきところの正確なアニールパワーが予測できる。さらに、予測パワーに加えて、アニール中の反射率をモニターして、アニールパワーを真の適性値に制御しながらアニールを実施できるので、本発明におけるパワーテストを行えば、記録トラック間のアニール領域の幅を小さくでき、しかもアニール領域の幅の均一性を高くできる。このため、本発明の光ディスクによれば、記録密度が高く、信号レベルが大きく、ノイズが低い安価な光ディスクが得られ、その実用効果は非常に高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1における光ディスクを示す全体図とトラックの用途図である。

【図2】本発明の実施形態1における光ディスクの断面斜視図(a)と積層薄膜拡大図(b)である。

【図3】(a)～(d)は本発明の実施形態1における光ディスクの再生動作を説明する模式図である。

【図4】本発明の実施形態1における光ディスクとアニールと記録再生に使用する光ビームとの関係を拡大して示した平面図である。

【図5】本発明の実施形態2ないし5における光ディスクの製造方式で使うアニール用光ヘッドの要部とアニールされる光ディスクのとの関係を表した構成図である。

【図6】本発明の実施形態2ないし5における光ディスクの製造方式でのアニールパワーと光ディスクの特性を説明する図であり、(a)が実施形態2および3、

(b)が実施形態4および5に関わる説明図である。

【図7】本発明の実施形態2と3における光ディスクの製造方式のパワーテストを説明する説明図で、(a)が実施形態2、(b)が実施形態3の説明図である。

【図8】本発明の実施形態4および5における光ディスクの製造方法のパワー制御を説明する説明図である。

【図9】従来の光ディスクの製造方法について一例を示す断面図である。

【符号の説明】

100 光ディスク

101 データ領域

102 セグメント

103 ビット領域

104 グループ領域

25

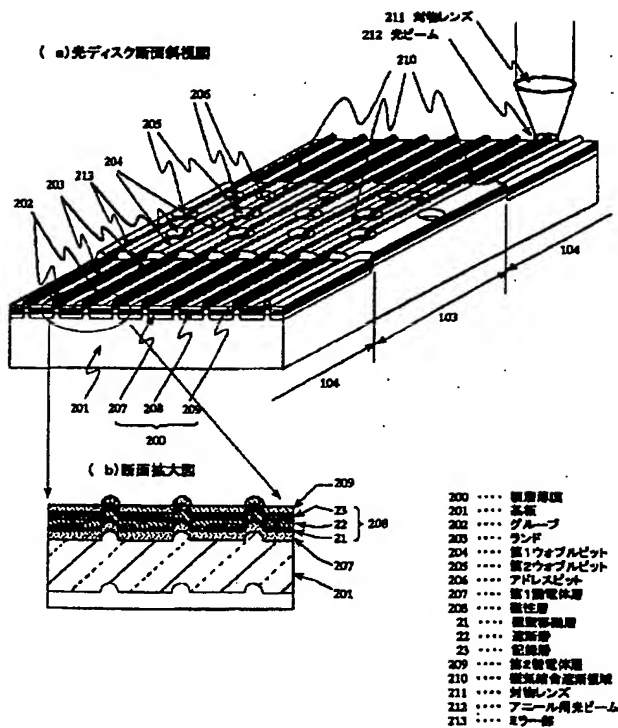
26

105 リードイン領域
 105b 内周パワーテスト領域
 101b データ域内パワーテスト領域
 106 リードアウト領域
 106b 外周パワーテスト領域
 200 積層薄膜
 201 基板
 202 グループ
 203 ランド
 204 第1ウォブルビット
 205 第2ウォブルビット
 206 アドレスビット
 207 第1誘電体層
 208 磁性層
 21 磁壁移動層
 22 遮断層
 23 記録層

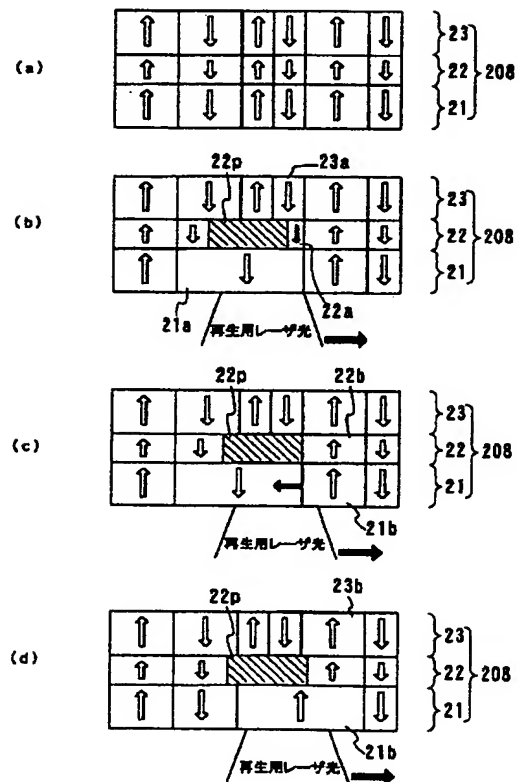
* 209 第2誘電体層
 210 磁気結合遮断領域
 211 対物レンズ
 212 アニール用光ビーム
 213 ミラー部
 402 記録再生用光ビーム
 500 アニール用光ヘッド
 501 半導体レーザ
 502 照射パワー検出器
 503 ビームスプリッタ
 504 対物レンズ
 505 反射パワー検出器
 506 アニールパワー制御部
 801 実測値
 802 サンプルホールド信号
 803 サンプルホールド値

*

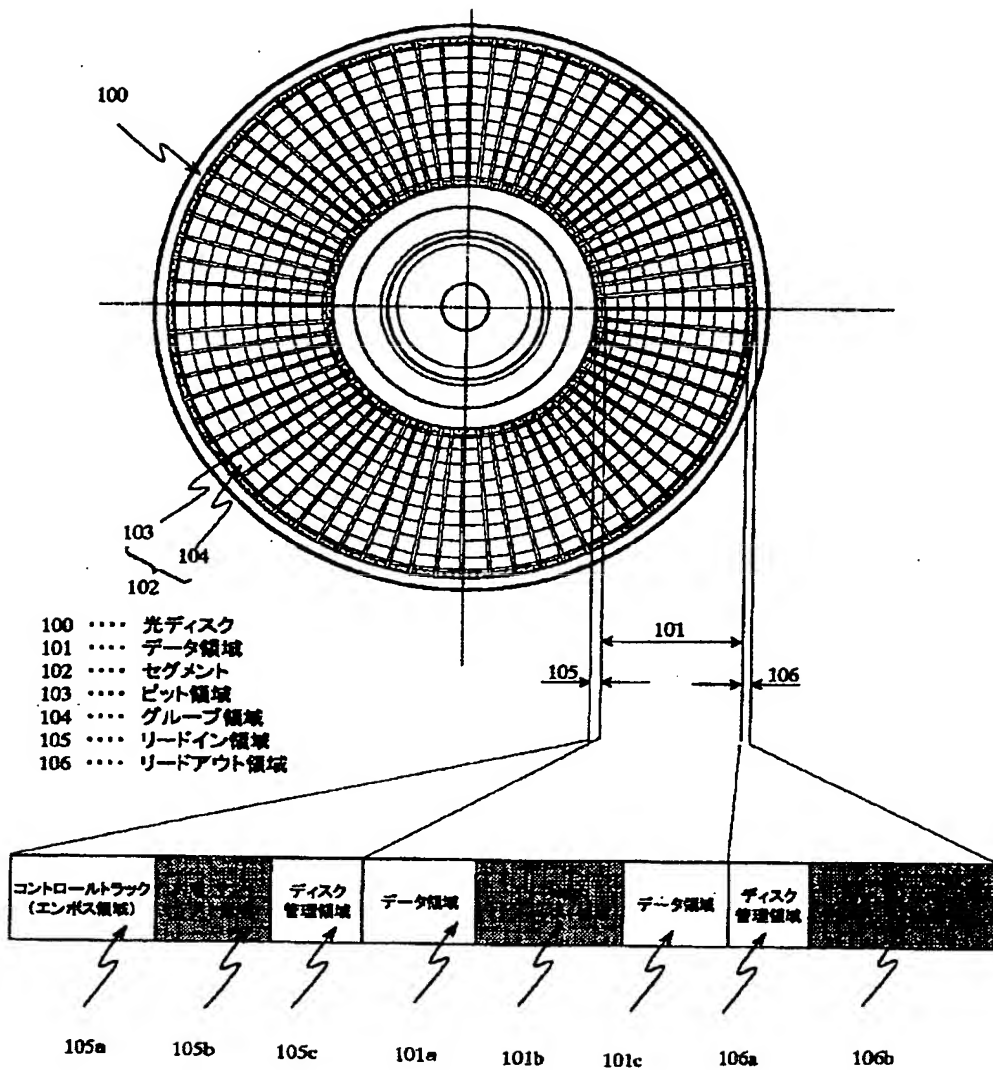
【図2】



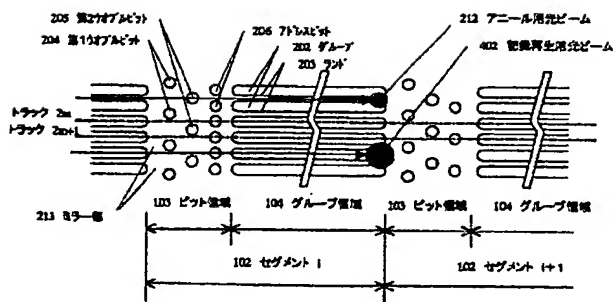
【図3】



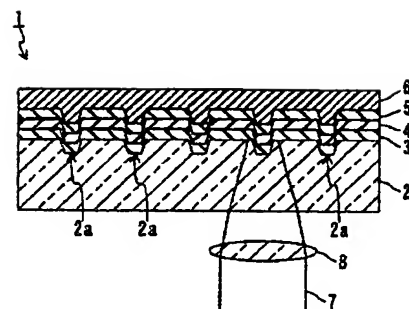
【圖 1】



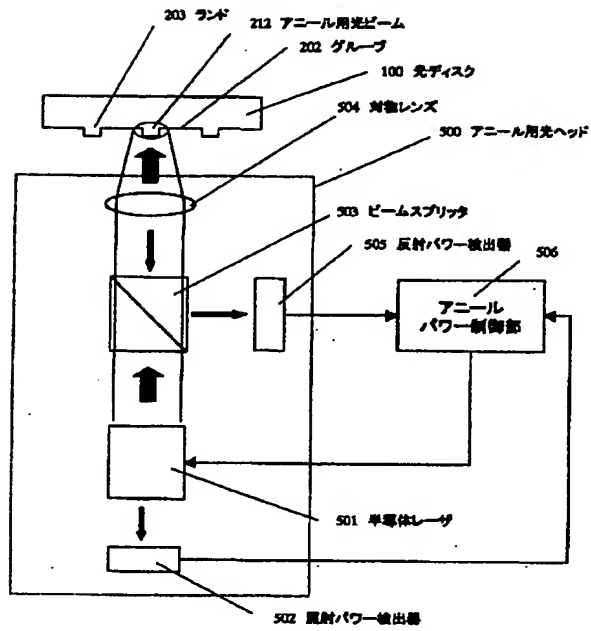
【圖 4】



【圖9】

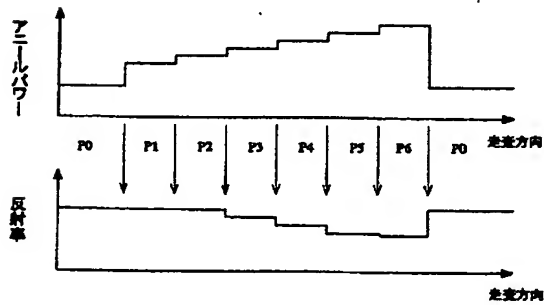


【図5】

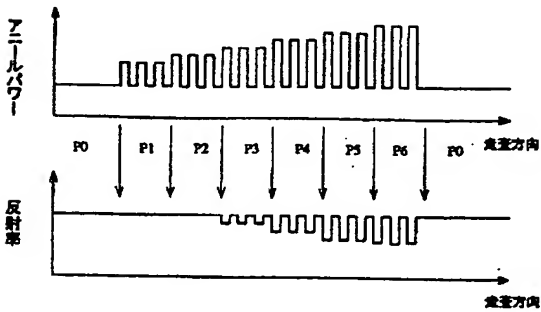


【図7】

(a) DCパワーテストとアニール後の反射率

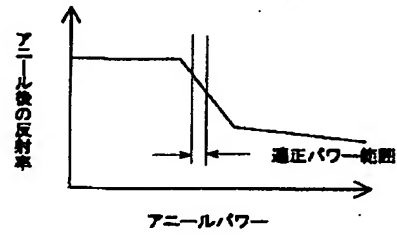


(b) ACパワーテストとアニール後の反射率

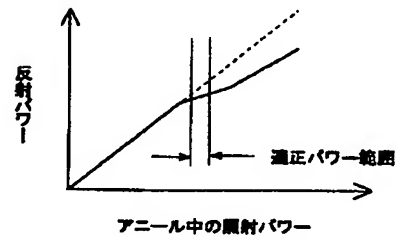


【図6】

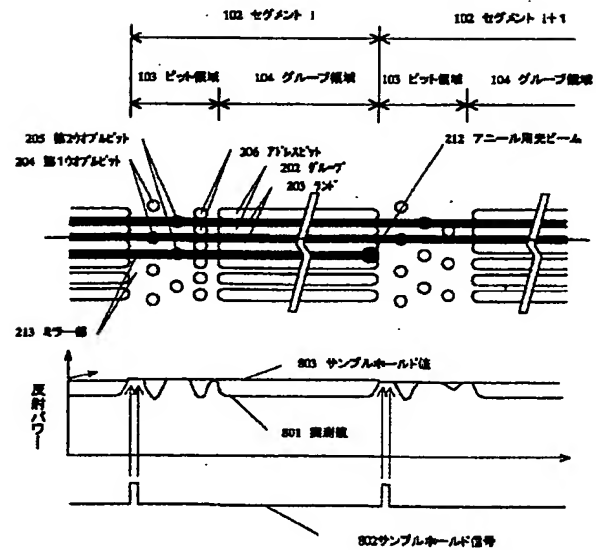
(a) アニールパワーとアニール後の反射率の関係



(b) アニール中の照射パワーと反射パワーの関係



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 1 1 B 11/105	5 5 3 5 8 1	G 1 1 B 11/105	5 5 3 A 5 8 1 E

(72)発明者 日野 泰守
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 宮岡 康之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 安藤 浩武
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

F ターム (参考) 5D075 EE03 FF12 GG16 GG20